

**PEMANFAATAN GENERATOR MAGNET PERMANEN
KECEPATAN RENDAH PADA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA MIKROHIDRO (PLTMh) MENGGUNAKAN
KINCIR TIPE *OVERSHOT***



TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Melengkapi Tugas Akhir dan Memenuhi Syarat-syarat untuk
Mencapai Gelar Sarjana Teknik Fakultas Teknik Jurusan Elektro
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh:

FAHRUR SEPTIAN CANDRA

D 400 090 061

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2013


LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul “ **PEMANFAATAN GENERATOR MAGNET PERMANEN KECEPATAN RENDAH PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMh) MENGGUNAKAN KINCIR TIPE *OVERSHOT*** ” diajukan guna memenuhi kelengkapan sebagai syarat tugas akhir untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta. Tugas akhir ini telah disetujui pada :

Hari :

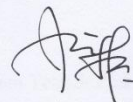
Tanggal :

Dosen Pembimbing I

 24/6-17

(Hasyim Asy'ari, S.T., M.T.)

Dosen Pembimbing II



(Aris Budiman, S.T., M.T.)

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul “ **PEMANFAATAN GENERATOR MAGNET PERMANEN KECEPATAN RENDAH PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMh) MENGGUNAKAN KINCIR TIPE *OVERSHOT*** ” ini telah diajukan dan dipertahankan di hadapan dewan penguji Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, pada :

Hari :

Tanggal :

Dewan Penguji Tugas Akhir :

1. Hasyim Asy'ari, S.T., M.T.
2. Aris Budiman, S.T., M.T.
3. Umar Hasan, S.T., M.T.
4. Agus Supardi, S.T., M.T.

.....
.....
.....
.....

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UMS

Ketua Jurusan Teknik Elektro UMS



(Ir. Agus Riyanto, M.T.)

.....

(Ir. Jatmiko, M.T.)

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“PEMANFAATAN GENERATOR MAGNET PERMANEN KECEPATAN RENDAH PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMh) MENGGUNAKAN KINCIR TIPE *OVERSHOT*”** yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun.

Surakarta, 16 Juli 2013

Yang menyatakan



(Fahrur Septian Candra)

KATA PENGANTAR

اَللّٰهُمَّ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللهِ وَبَرَكَاتُهُ

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan hidayah dan inayahNYA, sehingga sampai detik ini masih diberi kesempatan untuk menjalankan perintahNYA dan menjauhi laranganNYA. Sholawat serta salam bagi Nabi Muhammad SAW beserta, keluarga, sahabat dan pengikutnya yang selalu ditunggu dan dinanti syafa'atnya dihari akhir nanti, aamiin.. yaa robbal allamin.

Alhamdulillah, hanya padaMU ya Allah, dengan hidayahMU penulis dapat menyelesaikan dan menyusun laporan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini disusun dan diajukan sebagai syarat untuk kelulusan dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Adapun judul yang penulis ajukan adalah : **“Pemanfaatan Generator Magnet Permanen Kecepatan Rendah Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) Menggunakan Kincir Tipe *Overshot*”**

Penyusunan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan dukungan dan saran dari berbagai pihak, guna mendapatkan hasil yang lebih baik. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Agus Riyanto, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Jatmiko, M.T., selaku Ketua Program Studi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

3. Bapak Hasyim Asy'ari, S.T., M.T. selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan pengarahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Aris Budiman, S.T., M.T. selaku selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan pengarahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini..
5. Bapak Umar Hasan, S.T., M.T. selaku penguji Tugas Akhir.
6. Bapak Bapak Agus Supardi, S.T., M.T. selaku penguji Tugas Akhir dan Pembimbing Akademik yang telah banyak membimbing penulis selama menempuh studi di Teknik Elektro UMS.
7. Segenap dosen dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
8. Ayahanda dan Ibunda tercinta “terima kasih atas do’a, kasih sayang, dukungan, dan materi yang senantiasa tercurah untuk penulis yang selalu memberikan segalanya untuk kehidupan dan keberhasilan.
9. Teman-teman Teknik Elektro 2009 : **Sistem Tenaga Listrik** (Dhanar, Tulus Wahyu, Supriyadi, Agus Munadi, Kuncoro, Holik, Ari Prabowo, Arum, Muhammad, Dhimas, Adi P, Ricky) serta teman-teman Elektronika dan Teknik Komputer juga semua teman-teman seperjuangan 2008 “Mas Ginanjar, Mas Aryo, Mas Hendras, dll. Serta teman-temanku yang tidak dapat disebut satu persatu.
10. Seluruh rekan-rekan **Asisten Laboratorium** Teknik Elektro UMS atas kerjasama dan dukungan selama ini.

11. Keluarga Mahasiswa Teknik Elektro (**KMTE**) UMS.
12. Teman-temanku yang ada di Kost Siswoyo ”Syahri Kurniyawan, Aswan Anantyo, Debby, Agus, Agung, Reza, Wahyudi, Andre, Niko, Rori” terima kasih atas dukungan, kebersamaan dan do’anya. Jangan jadikan ini akhir dari kebersamaan kita. Semoga Allah SWT selalu mempertemukan dan melindungi kita. Aamiin...
13. Sahabat-sahabat aku tersayang “Jepri, Rudi, Niko, Deni P, Aklhis, Kusdiyanto, Wahyu Widhi, Ayu F, Andri, hendro” terima kasih semuanya atas dukungan, kebersamaan dan Do’anya..
14. Seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap semoga karya ini memberikan manfaat kepada semua pihak dan bagi penulis sendiri pada khususnya. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini.

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Surakarta, Mei 2013

Penulis

MOTTO

- ❖ Kebahagiaan itu seperti batu arang, ia diperoleh sebagai produk sampingan dalam proses pembuatan sesuatu.

(Aldous Huxley)

- ❖ Yang Anda pikirkan, menentukan yang Anda lakukan. Dan yang Anda lakukan, menentukan yang Anda hasilkan. Maka ukuran dan kualitas dari pikiran Anda, menentukan ukuran dan kualitas hasil dari pekerjaan Anda.

(Mario Teguh)

- ❖ Rasa takut hanya akan membuatmu lemah dan kehilangan kepercayaan diri, hadapilah rasa takut itu dan truslah melangkah.

(Mario Teguh)

PERSEMBAHAN

- § BAPAK DAN IBUKU TERIMA KASIH ATAS KASIH SAYANG,
DAN DOA YANG SELALU DAN TIADA HENTI-HENTINYA
TERCURAHUNTUK ANAKMUINI.
- § MAS ALBERT, MAS DIAN, ADEK BAGAS – BAGUS DAN MBAK
YUNI
- § AZKA AULIA PUTRI, SEMOGA TAMBAH PINTAR, SEKOLAH
YANG TINGGI, JADI ANAK SHOLIKHAH
- § TEMAN-TEMAN TEKNIK ELEKTRO 2009.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR KONTRIBUSI	xiv
ABSTRAKSI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Telaah Penelitian	5
2.2. Landasan Teori	6
2.2.1. Pemanfaatan Sumber Air	6

2.2.2. Kincir Air	9
2.2.2.1. Kincir Air <i>Overshot</i>	9
2.2.2.2. Kincir Air <i>Undershot</i>	10
2.2.2.3. Kincir Air <i>Breastshot</i>	10
2.2.2.4. Kincir Air <i>Tub</i>	11
2.3. Kriteria Pemilihan Jenis Turbin	12
2.4. Generator.....	14
2.5. Bagian Generator	15

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Prosedur Penelitian	16
3.2.1. Waktu dan Tempat	16
3.2.2. Persiapan yang Dilakukan.....	16
3.2. Bahan dan Peralatan.....	17
3.2.1. Bahan dan Peralatan Utama	17
3.2.2. Perlengkapan Pendukung	17
3.3. Alur Penelitian	18
3.3.1. Studi Literatur	18
3.3.2. Perancangan Alat	18
3.3.3. Pembuatan Alat	18
3.3.4. Pengujian Alat	18
3.3.5. Analisa Data	18
3.3.6. Pengambilan Kesimpulan	19
3.4. <i>Flowchart</i> Penelitian	20

3.5. Alat Penelitian	21
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Penelitian	22
4.1.1. Percobaan Pertama	22
4.1.2. Percobaan Kedua	24
4.2. Analisa Data	26
4.2.1. Analisa Percobaan Pertama.....	26
4.2.2. Analisa Percobaan Kedua	29
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	34
5.2. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kincir air <i>overshot</i>	9
Gambar 2.2. Kincir air <i>undershot</i>	10
Gambar 2.3. Kincir air <i>breastshot</i>	11
Gambar 2.4. Kincir air <i>tub</i>	11
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> alur penelitian	20
Gambar 3.2. PLTMh menggunakan generator magnet permanen kecepatan rendah dengan kincir tipe <i>overshot</i>	21
Gambar 4.1. Grafik hubungan tegangan <i>output</i> AC (Volt) dan tegangan <i>output</i> DC (Volt) terhadap jarak stator-rotor	26
Gambar 4.2. Grafik hubungan tegangan <i>output</i> DC generator dan jarak stator-rotor saat kondisi tanpa beban dan setelah diberi beban	27
Gambar 4.3. Grafik hubungan nilai arus yang mengalir terhadap jarak rotor-stator akibat pembebanan	28
Gambar 4.4. Grafik hubungan tegangan <i>output</i> AC (Volt) dan tegangan <i>output</i> DC (Volt) terhadap jarak rotor-stator	30
Gambar 4.5. Grafik hubungan tegangan <i>output</i> DC generator dan jarak rotor - stator saat kondisi tanpa beban dan setelah diberi beban.....	31
Gambar 4.6. Grafik hubungan tegangan <i>output</i> DC dan jarak stator-rotor saat kondisi tanpa beban dan setelah diberi beban	32

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.	Pengukuran pipa penstock 1	23
Tabel 4.2.	Pengukuran jarak stator-rotor, tegangan dan arus dengan beban 3 buah kipas 12 VC	23
Tabel 4.3.	Tabel RPM beban kipas pada proses pengujian.....	24
Tabel 4.4.	Pengukuran pipa penstock 2	24
Tabel 4.5.	Pengukuran jarak stator-rotor, tegangan dan arus dengan beban 3 buah kipas 12 VC	25
Tabel 4.6.	Tabel RPM beban kipas pada proses pengujian.....	25
Tabel 4.7.	Drop tegangan pada percobaan pertama	28
Tabel 4.8.	Efisiensi daya pada percobaan pertama.....	29
Tabel 4.9.a.	Drop tegangan pada percobaan kedua.....	31
Tabel 4.9.b.	Efisiensi daya percobaan kedua	33

DAFTAR KONTRIBUSI

Tugas Akhir ini berawal dari ketertarikan penulis terhadap energi alternatif terbarukan yang mempunyai peran yang penting dalam memenuhi kebutuhan energi di masa depan nanti. Penulis melakukan studi literatur baik melalui jurnal ilmiah maupun melihat video energi alternatif yang ada di internet.

Setelah berkonsultasi dengan Bapak Hasyim Asy'ari, S.T., M.T., Beliau menawarkan untuk membuat penelitian mengenai aplikasi hasil desain generator *axial* kecepatan rendah magnet permanen hasil penelitian yang dilakukan oleh Saudara Dhanar Yuwono Aji pada pembangkit listrik mikrohidro (PLTMh) dengan kincir yang digunakan bertipe *overshot*. Beliau bersedia untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian dan menyusun laporan Tugas Akhir ini. Beliau juga menyarankan untuk dosen pembimbing II Tugas Akhir ini adalah Bapak Aris Budiman, S.T., M.T.. Setelah seminar Proposal Tugas Akhir, ada beberapa saran dan masukan dari dosen penguji demi perbaikan Tugas Akhir ini.

Penelitian ini dilakukan di Pemandian Umum Jolotundo, Desa Susuhan, Kec. Jatinom, Klaten, Jawa Tengah. Penulis mencari alat dan bahan yang dibutuhkan kemudian melakukan perakitan generator *axial* kecepatan rendah dengan kincir tipe *overshot*. Adapun pada bagian rotor yang sebelumnya menggunakan bahan dari besi, oleh penulis digantikan dengan bahan dari kayu. Dalam perancangan dan perakitan penulis melakukan beberapa kali eksperimen/percobaan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dari alat penelitian.

Setelah alat melalui proses pengujian, kemudian penulis mencatat hasil data keluaran dari alat tersebut untuk dianalisa dalam Tugas Akhir ini.

Demikian daftar konstribusi penulis buat dengan sejujur-jujurnya.

Kartasura, Mei 2013

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I



(Hasyim Asy'ari, S.T., M.T.)

Dosen Pembimbing II



(Aris Budiman, S.T., M.T.)

Mahasiswa



(Fahrur Septian Candra)

ABSTRAKSI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik PLTMh yang telah didesain dengan menggunakan kincir air tipe overshoot dan generator magnet permanen tipe axial yang memiliki kecepatan rendah.

Pengujian PLTMh dilakukan dengan memanfaatkan sumber mata air yang terdapat di daerah Jatinom, Klaten, Jawa Tengah. Desain kincir overshoot ini memiliki 8 sudu dengan diameter kincir 30 cm. Untuk sudu-sudunya mempunyai panjang sudu 10 cm dan lebar sudu 12 cm. Pipa penstock yang digunakan dalam proses pengujian terdiri dari dua buah pipa dengan diameter masing-masing 10 cm dan 6 cm dengan head atau jatuh air 1 meter.

Hasil dari pengukuran tegangan dan arus pada pembangkit listrik mikrohidro ini, pada kecepatan aliran air pipa penstock 1 sebesar 2.22 m/s mampu menghasilkan debit air sebesar 0.017427 m³/s dan daya kinetik air 42.943 Watt dengan kecepatan 4060 rpm, pada variasi jarak rotor-stator 0.5 cm, 1 cm, dan 1.5 cm menghasilkan tegangan output DC sebesar 9 V, 7 V, 36 V pada kondisi tanpa beban dan 1.95 V, 1.75 V dan 1.4 V pada kondisi dibebani 3 buah kipas dengan kapasitas 9 Watt. Arus akibat pembebanan tersebut adalah 0.03 A, 0.03 A, 0.02 A. Tegangan AC yang dibangkitkan secara berurutan adalah 20 V, 16 V dan 15 V. Pada pipa penstock 2 dengan kecepatan aliran air sebesar 1.85 m/s mampu menghasilkan debit air sebesar 0.005229 m³/s dan daya kinetik air 8.949 Watt dengan kecepatan 3655 rpm pada pembebanan yang sama dan dengan treatment yang sama menghasilkan tegangan output DC sebesar 9 V, 8 V, 6 V pada kondisi tanpa beban dan 1.85 V, 1.65 V dan 1.55 V pada kondisi berbeban. Sedang tegangan AC terbangkitkan adalah 19 V, 16 V dan 14 V.

Kata kunci : PLTMh, kincir overshoot, generator magnet permanen